

模拟电子技术

MONI DIANZI JISHU

主 编 崔海良 马文华



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

模拟电子技术

主 编 崔海良 马文华
副主编 郑荣杰 朱 江 翟玉政
王素芹 黄孝平 李 新



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

全书共分8章,包括电子元器件、基本放大电路、负反馈放大器、集成运算放大器、功率放大器、正弦波振荡器、直流稳压电源和Multisim 10 仿真软件的应用。本书内容力求简明扼要,概念准确,通俗易懂,避免烦琐的理论推导,尽量采用Multisim进行形象化描述。本书的教学参考学时为70学时,部分章节内容可根据各专业要求及学时情况酌情取舍。

本书可作为高等院校电子类相关专业模拟电子技术课程的教材,也可供有关技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术/崔海良,马文华主编. —北京:北京理工大学出版社,2013.3

ISBN 978-7-5640-7533-0

I. ①模… II. ①崔… ②马… III. ①模拟电路-电子技术-高等学校-教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第057627号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/天津紫阳印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/17

字 数/396千字

版 次/2013年3月第1版 2013年3月第1次印刷

责任编辑/钟 博

印 数/1~1500册

责任校对/陈玉梅

定 价/43.00元

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

模拟电子技术是电子类专业必修的一门基础技术课程。本书以“理论、仿真、制作”三位一体的理念来构建教材的基本结构。“理论”以必需和够用为度，使学生掌握模拟电路的基本原理和基本分析方法；“制作”环节以制作基本单元电路和小电子产品为载体，培养学生的职业技能；“仿真”作为“理论”和“制作”之间的桥梁，将知识学习和技能培养有机地结合起来。

本书将 Multisim 仿真作为主要分析方法之一，力图通过直观的 Multisim 仿真实现电路的“形象化”描述，通过“鲜活的”现象揭示抽象的电路规律，充分调动学生的形象思维，激发学生的学习兴趣。用 Multisim 仿真构建虚拟的实践环境，可弥补真实实践环境的不足，学生通过仿真，可以充分发挥个人的想象力，对电子电路进行模拟、分析、调试及故障排除，从而锻炼其独立分析问题和解决问题的能力。

崔海良编写第二章，马文华编写第四章，郑荣杰编写第七章，翟玉政编写第一章；朱江编写第三章；王素芹编写第五章；黄孝平编写第六章；李新编写第八章。崔海良、马文华任主编，郑荣杰、朱江、翟玉政、王素芹、黄孝平、李新任副主编，崔海良负责全书内容的组织和统稿。

刘文贵教授担任主审，对编写工作提出了很多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限且成书仓促，书中难免有疏漏和错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

第一章 电子元器件	1
1.1 电阻器	1
1.1.1 电阻器的外形与电路符号	1
1.1.2 电阻器的主要参数	2
1.1.3 几种常用的电阻器类型	3
1.1.4 电阻器参数的识别	4
1.2 电容器	6
1.2.1 电容器的外形与电路符号	6
1.2.2 电容器的主要参数	7
1.2.3 几种常用的电容器类型	7
1.2.4 电容参数的标识	8
1.3 电感器	8
1.3.1 电感器的外形与电路符号	8
1.3.2 电感器的主要参数	8
1.3.3 电感器的分类	9
1.3.4 电感参数的标识	9
1.4 半导体二极管	9
1.4.1 二极管的外形和电路符号	10
1.4.2 二极管的伏安特性仿真测试	10
1.4.3 二极管的主要技术参数	14
1.4.4 几种常用的二极管类型	15
1.4.5 二极管的识别与检测	16
1.5 半导体三极管	18
1.5.1 三极管的外形和电路符号	18
1.5.2 三极管电流分配与放大作用仿真测试	19
1.5.3 三极管特性曲线	20
1.5.4 三极管的主要参数	23
1.5.5 三极管分类	25
1.5.6 三极管的识别与检测	25

1.6 知识拓展	27
1.6.1 半导体基础知识	27
1.6.2 PN 结及其单向导电性	29
1.6.3 三极管的工作原理	31
1.7 实训——晶体管测试	33
1.7.1 任务目标	33
1.7.2 实训内容	33
1.7.3 材料和设备	33
1.7.4 实训步骤	33
1.7.5 实训总结	34
本章小结	35
习题	36
第二章 基本放大电路	39
2.1 放大电路的基本知识	39
2.1.1 放大的概念	39
2.1.2 放大电路的主要性能指标	40
2.2 基本放大电路的工作原理	43
2.2.1 共发射极放大电路的组成	43
2.2.2 工作原理仿真测试	44
2.3 基本放大电路的分析方法	48
2.3.1 静态工作点的分析	49
2.3.2 动态分析	53
2.4 放大电路静态工作点的稳定	56
2.4.1 静态工作点的不稳定性	56
2.4.2 分压式偏置放大电路	57
2.4.3 分压式偏置放大电路的估算	59
2.5 其他组态的放大电路	59
2.5.1 共集电极放大电路	60
2.5.2 共基极放大电路	64
2.5.3 三种组态放大电路的比较	65
2.6 多级放大器	66
2.6.1 级间耦合方式	66
2.6.2 多级放大电路的动态指标	67
2.7 实训——共发射极放大电路的装配与调试	68
2.7.1 任务目标	68
2.7.2 实训内容	68
2.7.3 材料和设备	69
2.7.4 实训步骤	69

2.7.5 实训总结	70
本章小结	70
习题	71
第三章 负反馈放大器	75
3.1 反馈的概念及其一般表达式	75
3.1.1 反馈的概念	75
3.1.2 反馈放大器的一般表达式	78
3.2 反馈的分类与判别	78
3.2.1 交流反馈和直流反馈	79
3.2.2 串联反馈与并联反馈	80
3.2.3 电压反馈和电流反馈	81
3.2.4 负反馈和正反馈	82
3.2.5 负反馈的四种组态	83
3.3 负反馈对放大电路性能的影响	87
3.3.1 提高放大倍数的稳定性	88
3.3.2 扩展通频带	92
3.3.3 减小非线性失真	92
3.3.4 改变输入输出电阻	94
3.3.5 引入负反馈的原则	96
3.4 知识拓展	97
3.4.1 关于深度负反馈放大电路的几个结论	97
3.4.2 深度负反馈放大器的估算	98
3.5 实训——负反馈放大电路的装配与调试	100
3.5.1 任务目标	100
3.5.2 实训内容	100
3.5.3 材料和设备	100
3.5.4 实训步骤	101
3.5.5 实训总结	103
本章小结	103
习题	104
第四章 集成运算放大器	107
4.1 直流放大器	107
4.2 差动放大器	108
4.2.1 电路结构及抑制零点漂移的原理	108
4.2.2 差动放大器的技术指标	113
4.2.3 差动放大器的几种连接方式	114
4.3 集成运算放大器及理想电路模型	115
4.3.1 集成运算放大器基本知识	115

4.3.2 集成运算放大器的理想模型	116
4.4 集成运放的线性应用	118
4.4.1 比例运算电路	118
4.4.2 加法运算电路	121
4.4.3 减法运算	123
4.4.4 积分运算电路、微分运算电路和有源滤波器	126
4.5 集成运算放大器的非线性应用	130
4.5.1 单值电压比较器	130
4.5.2 迟滞电压比较器	131
4.6 实训——热敏电阻式温度传感器电路的制作	134
4.6.1 任务目标	134
4.6.2 实训内容	134
4.6.3 材料和设备	135
4.6.4 实训步骤	135
4.6.5 实训总结	136
本章小结	136
习题	137
第五章 功率放大器	142
5.1 功率放大器的特点和分类	142
5.1.1 功率放大器的特点	142
5.1.2 功率放大器的分类	143
5.2 互补对称功率放大器	145
5.2.1 OCL 功率放大器	145
5.2.2 互补对称推挽 OTL 功率放大器	152
5.2.3 采用复合管的互补对称功率放大器	155
5.3 集成功率放大器	158
5.3.1 集成功率放大器简介	158
5.3.2 集成功率放大器 TDA2030A 的应用电路	159
5.4 实训——音频功率放大器的制作	160
5.4.1 任务目标	160
5.4.2 实训内容	160
5.4.3 材料和设备	162
5.4.4 实训步骤	163
5.4.5 实训总结	166
本章小结	166
习题	166
第六章 正弦波振荡器	172
6.1 振荡电路的基本概念	172

6.1.1 自激振荡的条件	172
6.1.2 正弦波振荡电路的组成及分析方法	173
6.2 RC 正弦波振荡电路	174
6.2.1 RC 选频网络的频率特性	174
6.2.2 RC 桥式振荡器	178
6.2.3 RC 正弦波振荡器电路仿真	179
6.2.4 振荡频率可调的 RC 桥式正弦波振荡器电路	182
6.3 LC 正弦波振荡电路	183
6.3.1 LC 并联网络的选频特性	183
6.3.2 LC 并联振荡电路	184
6.3.3 变压器反馈式振荡电路	185
6.3.4 三端式振荡电路	186
6.3.5 石英晶体振荡电路	189
6.4 实训——连续可调正弦波信号发生器的制作	191
6.4.1 任务目标	191
6.4.2 实训内容	191
6.4.3 材料和设备	191
6.4.4 实训步骤	193
6.4.5 实训总结	193
本章小结	193
习题	194
第七章 直流稳压电源	198
7.1 直流稳压电源的电路组成及技术指标	198
7.1.1 直流稳压电源的电路组成	198
7.1.2 直流稳压电源的技术指标	199
7.2 电源变压器和整流电路	200
7.2.1 电源变压器	200
7.2.2 整流电路	201
7.3 滤波电路	205
7.3.1 电容滤波电路	205
7.3.2 电感滤波电路	209
7.3.3 倒 L 型滤波器和 II 型滤波器	210
7.4 稳压电路	211
7.4.1 硅稳压二极管并联稳压电路	211
7.4.2 串联稳压电路	214
7.4.3 三端稳压器及其扩展电路	217
7.5 知识扩展:开关稳压电路	221
7.5.1 开关稳压电源的基本结构及工作原理	221

目 录

7.5.2 典型的开关稳压电源	222
7.6 实训——可调稳压电源的制作	223
7.6.1 任务目标	223
7.6.2 实训内容	224
7.6.3 材料和设备	224
7.6.4 实训步骤	225
7.6.5 实训总结	225
本章小结	226
习题	226
第八章 Multisim 10 仿真软件的应用	230
8.1 Multisim 10 仿真环境	230
8.1.1 工作界面	230
8.1.2 创建电路	236
8.1.3 Multisim 10 虚拟仪器仪表的使用	238
8.2 电路分析方法	243
8.2.1 直流工作点分析	243
8.2.2 交流分析	246
8.2.3 温度扫描分析	246
8.3 知识扩展:可调直流稳压电源的设计与仿真	249
8.3.1 设计要求及工作原理	249
8.3.2 组建仿真电路	249
8.4 实训——Multisim 10 仿真集成运算放大器应用电路	258
8.4.1 任务目标	258
8.4.2 实训内容	258
8.4.3 材料和设备	259
8.4.4 实训步骤	259
8.4.5 实训总结	260
本章小结	260
习题	261
参考文献	262

第一章

高 职 教 育

电子元器件

本章导读

当今世界是一个“电子世界”，电子产品无处不在。电子元器件是构成电子产品的必要元素，其包括元件和器件两大类。电子产品中常用的元件有电阻器、电容器、电感器；常用的器件有二极管、三极管、场效应管、集成电路等。本章以工程应用为出发点，介绍常用电子元器件的性能参数、使用及测试方法。

学习目标

- 了解电阻器、电容器、电感器的基本知识和主要参数。
- 了解二极管的单向导电性和主要参数。
- 理解三极管的电流放大原理和主要参数。
- 会识别和选用电阻器、电容器、电感器。
- 会用万用表判别二极管、三极管的极性。
- 会用晶体管图示仪测量二极管、三极管的特性曲线和参数。

1.1 电阻器

电阻器是一种应用最广泛的电路元件，其质量的好坏对电路的性能有极大影响。它的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还作为分流器、分压器和负载使用。在电子电路中常用的电阻器有固定式电阻器和电位器。电阻器通常简称为电阻，用字母 R 表示。

1.1.1 电阻器的外形与电路符号

1. 固定式电阻器

(1) 固定式电阻器的外形。如图 1-1 所示为电子电路中常用的几种电阻器的外形。

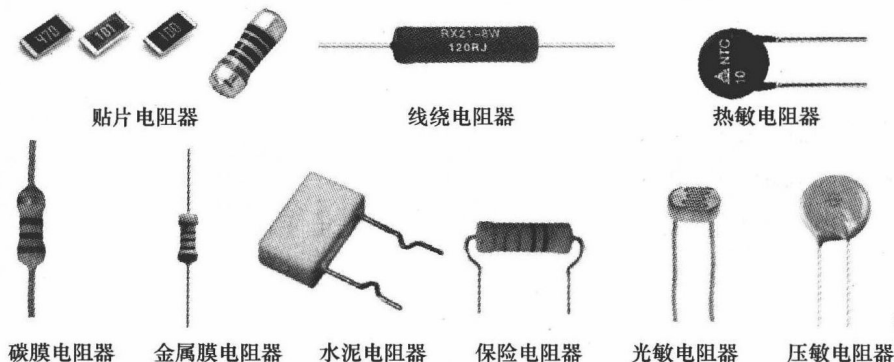


图 1-1 常用电阻器的外形

(2) 电阻器的电路符号。在电路原理图中, 不同额定功率或特殊功能的电阻用不同符号表示, 如图 1-2 所示。

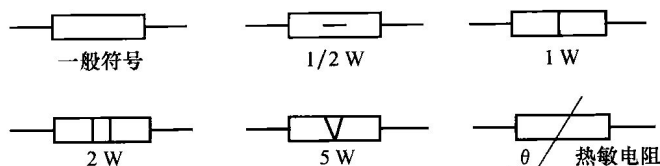


图 1-2 电阻器的电路符号

2. 电位器

电位器是一种可调的电子元件, 是带滑动端的可变电阻。它有三个引出端: 一个滑动端, 两个固定端。其通过转动或滑动改变滑动端内部动触点的位置来调整滑动端与任一个固定端之间的电阻值。电位器具有调节电路中电压和电流大小的作用。

(1) 电位器的外形。常见电位器的外形如图 1-3 所示。



图 1-3 常见电位器的外形

(2) 电位器的电路符号。电位器的电路符号如图 1-4 所示。

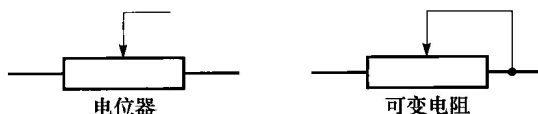


图 1-4 电位器的电路符号

1.1.2 电阻器的主要参数

1. 电阻器的标称阻值和允许偏差

国家规定出一系列的阻值作为产品的标准, 这就是电阻器的标称阻值。电阻的实际阻值不可能做到与它的标称阻值完全一样, 两者间总是存在一定的误差。最大的允许误差除以该电阻的标称阻值所得的百分数就叫电阻的允许偏差。对于允许偏差, 国家标准规定: 普通电阻器的允许偏差分为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 三个等级; 精密电阻器的允许偏差分为 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.25\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 五个等级。在电路图中所标注的电阻器阻值就

是标称阻值。设计电路时计算得出的电阻器阻值不是标称阻值时，应选择和它相接近的标称阻值。

电阻值的单位有： Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 。其换算关系为： $1 M\Omega = 10^3 k\Omega$ ， $1 k\Omega = 10^3 \Omega$ 。电阻器的标称阻值和允许偏差都标注在电阻体上。

2. 电阻器的额定功率

电阻器的额定功率是指电阻器在一定的气压和温度下长期连续工作所允许承受的最大功率。如果电阻器上所加电功率超过额定值达到一定时间，电阻器就会被烧毁。电阻器额定功率的单位为瓦，用字母“W”表示。

电阻器的额定功率是按照国家标准进行标注的，标称值有 $1/8 W$ 、 $1/4 W$ 、 $1/2 W$ 、 $1 W$ 、 $2 W$ 、 $5 W$ 、 $10 W$ 等。如收音机、电视机的大多数电路使用的是 $1/8 W$ 和 $1/4 W$ 的电阻器，在大功率电路中就要用到 $1 W$ 以上的电阻器。

在设计电路时，选用电阻一定要使额定功率留出足够裕量，一般应大于它实际消耗功率的两倍。对于较大功率的电阻器，在电路原理图中用电气符号标注它的额定功率，如图 1-2 所示。

1.1.3 几种常用的电阻器类型

1. 碳膜电阻

碳膜电阻的主要特点是各项性能参数一般，精度较低，但价格便宜、阻值范围宽，是用途最广泛的通用电阻器。

2. 金属膜电阻

与碳膜电阻相比，金属膜电阻具有精度高、额定功率大、噪声小、温度系数小、高频特性好等优点，广泛应用于高级音响、计算机、测试仪器、自动化控制等电子设备中。

3. 精密型金属膜电阻

精密型金属膜电阻的阻值精密、公差范围小，主要应用在对电阻阻值要求较精密的场合。

4. 线绕电阻

线绕电阻是将电阻线（康铜丝或锰铜丝）绕在耐热瓷体上，表面涂以耐热、耐湿、无腐蚀的不燃性保护涂料而形成。绕线电阻具有耐热性好、温度系数小、噪声小、精度较高、阻值稳定等优点，但其高频特性差。其主要用做大功率负载，能工作在 $150^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ 温度的环境中，因而在低频精密仪器中广泛应用。

5. 水泥电阻

水泥电阻具有高功率、散热性好、稳定性高、耐湿、耐震等特点，主要用于大功率电路中，如电源电路的过流检测、保护电路，音频功率放大器的功率输出电路。

6. 熔断电阻

熔断电阻又名保险电阻，熔断电阻器兼备电阻与保险丝二者的功能，正常工作时作为电阻器使用，一旦电流异常就发挥其保险丝的作用来保护机器设备。熔断电阻主要应用在电源输出电路中。熔断电阻的阻值一般较小（几欧姆至几十欧姆），功率也较小（ $1/8 \sim 1 W$ ）。

7. 排电阻

排电阻是将多个电阻器集中封装在一起而组合制成的一种复合电阻。排电阻具有装配方便、安装密度高等优点，目前已大量应用于电子电路中。

8. 表面安装电阻

表面安装电阻又称无引线电阻、片状电阻、贴片电阻、SMD 电阻。表面安装电阻主要有矩形和圆柱形两种形状。贴片元件的体积和重量只有传统插装元件的 1/10 左右，主要用于要求组装密度高、体积小、重量轻的电子产品中，如手机。

9. 敏感电阻

敏感电阻器主要包括热敏、力敏、光敏、磁敏、压敏、气敏、湿敏等不同类型的电阻器，它们具有对温度、压力、光照度、湿度、磁场强度、气体浓度等非电物理量敏感的特性。用它们制成的各种传感器，广泛应用于自动化、测控等领域。

1.1.4 电阻器参数的识别

电阻器的标称阻值和允许偏差一般都标在电阻体上，其标识方法有四种：直标法、文字符号法、数码法和色标法。

1. 直标法

直标法是用阿拉伯数字和单位符号在电阻器表面直接标出标称阻值和技术参数，允许偏差直接用百分数或用 I ($\pm 5\%$)、II ($\pm 10\%$) 及 III ($\pm 20\%$) 表示，如图 1-5 所示。

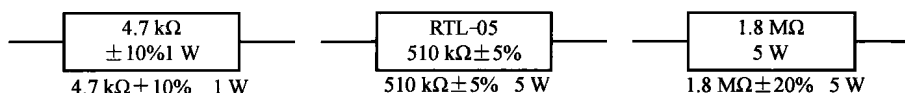


图 1-5 电阻直标法标识示例

2. 文字符号法

文字符号法是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律地组合来表示标称阻值，其允许偏差用文字符号表示：B ($\pm 0.1\%$)、C ($\pm 0.25\%$)、D ($\pm 0.5\%$)、F ($\pm 1\%$)、G ($\pm 2\%$)、J ($\pm 5\%$)、K ($\pm 10\%$)、M ($\pm 20\%$)、N ($\pm 30\%$)。符号前面的数字表示整数阻值，后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。当阻值小于 $10\ \Omega$ 时，常以 $\times R \times$ 表示，将 R 看做小数点，单位为欧姆，如图 1-6 所示。

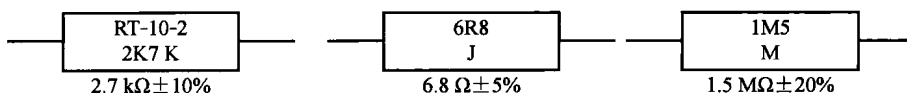


图 1-6 电阻文字符号法标识示例

3. 数码法

数码法用三位阿拉伯数字表示，前两位数字表示阻值的有效数，第三位数字表示有效数后面零的个数，单位为欧姆。偏差通常采用符号表示：B ($\pm 0.1\%$)、C ($\pm 0.25\%$)、D ($\pm 0.5\%$)、F ($\pm 1\%$)、G ($\pm 2\%$)、J ($\pm 5\%$)、K ($\pm 10\%$)、M ($\pm 20\%$)、N ($\pm 30\%$)，如图 1-7 所示。

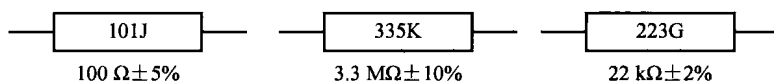


图 1-7 电阻数码法标识示例

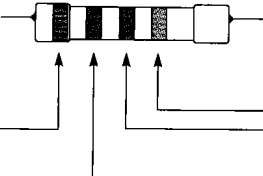
4. 色标法

目前最常用的方法是色标法。色标法指的是用不同颜色的色环标识在电阻器表面上，以表示电阻器的标称阻值和允许偏差。色标法具有颜色醒目、标志清晰、无方向性的优点，小型化的电阻器都采用色标法来标识。

(1) 两位有效数字的色标法——四色环表示法。这种方法多用于普通电阻器。它用四条色带表示电阻器的标称阻值和允许偏差。第一色环表示第一位有效数字，第二色环表示第二位有效数字，第三色环表示倍乘数（即在前面两位数字后面加0的个数），第四色环表示误差范围。色环电阻的单位一律为 Ω ，如图1-8所示。

例如，一个电阻器上面的四条色带的颜色，从左到右依次为红、紫、橙、金，则其阻值为 $27 \times 10^3 \Omega = 27 \text{ k}\Omega$ ，允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

最后一环为无色时，表示误差是 $\pm 20\%$ ，看起来只有三条环。三环电阻是四环电阻的特例。

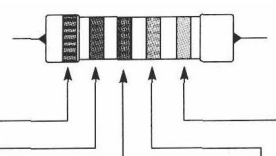


颜色	第一色环 第一位有效数字	第二色环 第二位有效数字	第三色环 倍 率	第四色环 允许误差
黑	0	0	10^0	
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
金			10^{-1}	$\pm 5\%$
银			10^{-2}	$\pm 10\%$
无色				$\pm 20\%$

图 1-8 四色环表示法示意

(2) 三位有效数字的色标法——五色环表示法。精密电阻器一般用五道色环标注，它用前三道色环表示三位有效数字，第四道色环表示倍乘数（即在前面三位数字后面加0的个数），第五道色环表示阻值的允许误差，如图1-9所示。

例如，某电阻的五道色环为：橙、橙、红、红、棕，则其阻值为： $332 \times 10^2 \pm 1\% \Omega$ 。



颜色	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 第三位数	第四色环 倍 率	第五色环 允许误差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	

图 1-9 五色环表示法示意

1.2 电容器

顾名思义，电容器就是“储存电荷的容器”。电子产品中需要用到各种各样的电容器，它们在电路中分别起着不同的作用，如通过交流而阻隔直流、存储和释放电荷以充当滤波器、平滑输出脉动信号等。电容器通常简称为电容，用字母 C 表示。

1.2.1 电容器的外形与电路符号

1. 常用电容器的外形

几种常见的电容器的外形如图 1-10 所示。

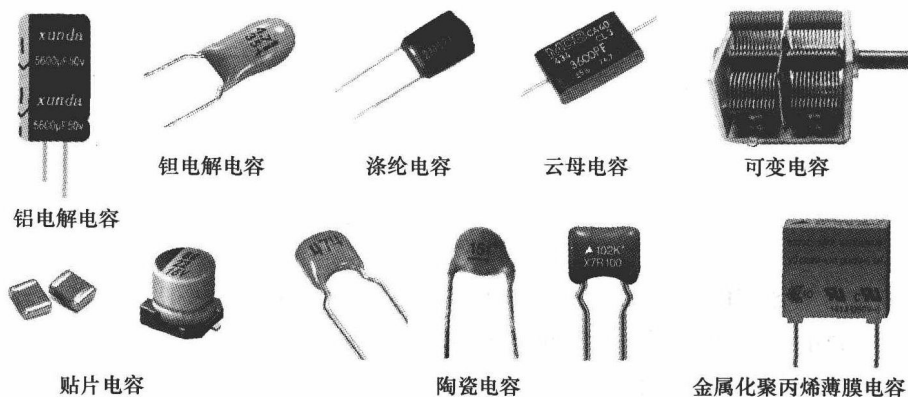


图 1-10 几种常见的电容器的外形

2. 电容器的电路符号

电容器的电路符号如图 1-11 所示。其中,有极性的电容器在使用时要保证它的正极电位始终高于负极。电解电容器就是有极性的电容器。

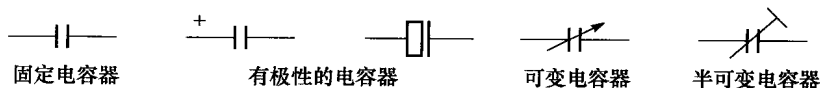


图 1-11 电容器的电路符号

1.2.2 电容器的主要参数

1. 标称容量和允许误差

电容器的标称容量是指电容器表面所标识的容量,常用的单位是 μF (微法)、 nF (纳法)、 pF (皮法或微微法)。其换算关系为: $1 \mu\text{F} = 10^3 \text{nF} = 10^6 \text{pF}$ 。

2. 额定工作电压

在规定的工作温度范围内,电容长期可靠地工作,它所能承受的最大直流电压就是电容的耐压,也叫做电容的直流工作电压。如果在交流电路中,要注意所加的交流电压最大值不能超过电容的直流工作电压值。

3. 介质损耗

电容器在电场作用下消耗的能量,通常用损耗功率和电容器的无功功率之比,即用损耗角的正切值表示。损耗角越大,电容器的损耗就越大,损耗角大的电容不适于高频情况下工作。介质损耗取决于电容器介质所用的材料及制作工艺,真实地表征了电容器质量的优劣。

1.2.3 几种常用的电容器类型

电容器种类繁多,性能各异,使用时应依据容量大小、耐压高低、频率特性、温度特性、精密度、稳定性、尺寸大小、是否有极性、价格等诸多因素综合考虑进行选择。

1. 铝电解电容

它是有极性电容器,具有容量大、损耗大、漏电大、价格低等特点。其主要应用于电源滤波、低频耦合、去耦、旁路等。

2. 钽电解电容

它是有极性电容器,其损耗、漏电小于铝电解电容,价格比铝电解电容高。其主要应用在对要求高的电路中代替铝电解电容。

3. 云母电容

它具有容量小、稳定性高、可靠性高、温度系数小的特点。其主要应用在高频振荡、脉冲等要求较高的电路中。

4. 涤纶薄膜电容

它具有精度高、损耗小、体积小、容量较大、稳定性好的特点。其适宜做旁路电容。

5. 瓷片电容

瓷片电容就是以瓷介质为主要材质制作的电容器。瓷片电容分为高频瓷片电容和低频瓷片电容。高频瓷片电容体积小、稳定性高、高频特性好、损耗小 ($\tan \delta < 0.0015$)、绝缘强